

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-105525

(43)公開日 平成5年(1993)4月27日

(51)Int.Cl.⁵

C 04 B 35/58

識別記号 庁内整理番号

104 H 8821-4G

F I

技術表示箇所

U 8821-4G

審査請求 未請求 請求項の数1(全7頁)

(21)出願番号

特願平3-293602

(22)出願日

平成3年(1991)10月14日

(71)出願人 000003296

電気化学工業株式会社

東京都千代田区有楽町1丁目4番1号

(72)発明者 蛭田 和幸

東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 桧山 茂雄

東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(72)発明者 加藤 和男

東京都町田市旭町3丁目5番1号 電気化学工業株式会社総合研究所内

(54)【発明の名称】高熱伝導性窒化アルミニウム焼結体の製造方法

(57)【要約】

【目的】 熱伝導性に優れ、しかも色ムラ等を生じない均一な表面性状を有する窒化アルミニウム焼結体の提供。

【構成】 窒化アルミニウム、イットリウム又はイットリウム化合物、及び炭素又は分解して炭素を生成する物質を含んでなる成形体を、非酸化性雰囲気中、成形体の含有する酸素を還元しつつ焼成して窒化アルミニウム焼結体を製造する方法において、上記成形体中の炭素成分及び酸素の含有量がそれぞれ0.5~1.5重量%及び2以下重量%であるものを焼成して1100~1700°Cの温度における成形体の炭素成分の含有量を0.15重量%以下とした後、次いでそれを焼成容器に収納し、1800°C以上の温度で焼成することを特徴とする高熱伝導性窒化アルミニウム焼結体の製造方法。

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 壕化アルミニウム、イットリウム又はイットリウム化合物、及び炭素又は分解して炭素を生成する物質を含んでなる成形体を、非酸化性雰囲気中、成形体の含有する酸素を還元しつつ焼成して塗化アルミニウム焼結体を製造する方法において、上記成形体中の炭素成分の含有量が0.5～1.5重量%及び成形体の酸素量からイットリウム化合物が含有する酸素量を除いた酸素含有量が2重量%以下であるものを焼成して1100～1700℃の温度における成形体の炭素成分の含有量を0.15重量%以下とした後、次いでそれを焼成容器に収納し、1800℃以上の温度で焼成することを特徴とする高熱伝導性塗化アルミニウム焼結体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、優れた熱伝導性、電気絶縁性及び機械的特性を有し、回路用基板として好適な塗化アルミニウム焼結体の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 塗化アルミニウム焼結体の製造法としては、一般的にはホットプレス法と常圧焼結法が採用されるが、量産性の点を考慮すると常圧焼結法がより普通である。塗化アルミニウムは共有結合性が強く難焼結性があるので、常圧焼結法による場合、焼結助剤が添加される。その焼結助剤としては、希土類元素を含む化合物やアルカリ土類金属元素を含む化合物が広く使用されており、これらは、本来の緻密化促進作用の他に、塗化アルミニウム焼結体の熱伝導率を大きく左右する塗化アルミニウム粒子内への酸素の固溶を抑える作用がある。

【0003】 さらに、熱伝導性を向上させるために、焼結助剤の他に炭素又は分解して炭素を生成する物質を添加する提案がある（例えば特開昭61-146769号公報）。炭素又は分解して炭素となる物質は、焼成中に塗化アルミニウムのもつ酸素を還元除去して低酸素化をもたらし、塗化アルミニウム中への酸素の固溶をさらに減少させ、熱伝導率を向上させる。

【0004】 焼結助剤と炭素又は分解して炭素を生成する物質とを組合せ使用することによって熱伝導率は著しく向上する。しかし、これらの添加物を含む成形体を複数個、例えばシート成形法にて成形したグリーンシートを複数枚積層して焼成する場合には以下の問題点が生じ、量産には向かずその改善が望まれていた。

【0005】 (1) 塗化アルミニウム成形体を焼成する際、通常、塗化ホウ素製や塗化アルミニウム製の容器に収納して行なわれる。しかし、炭素分の多い成形体を複数個又は複数枚収納して焼成すると緻密化不足を起こしやすくなり、回路基板には適さなくなる。

(2) 仮に緻密な焼結体が得られたとしても、とくにグリーンシートを積層した場合、得られた焼結体はその外周部と中心部で色の違い等を生じ、均一なものにはなりに

くい。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 本発明者らは、以上の問題点を解決すべき鋭意検討を重ねた結果、炭素又は分解して炭素を生成する物質を添加した場合に生じる緻密化不足や色むら等の不均一性は、塗化アルミニウムが含有する酸素とイットリウム又はイットリウム化合物とが液相を生成する温度において、成形体中に炭素が残留しているときに起こりやすく、本来、液相生成温度以下で十分に酸素を還元除去すべき炭素が残留することは、熱伝導性向上の点から好ましくないことを見いだし、また、炭素の残留は、焼成容器中で焼成するために生じてしまうこと、さらにはこれを解決するためには、還元処理時に焼成容器を使用しないのがよいことを見いだし、本発明を完成させたものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】 すなわち、本発明は、塗化アルミニウム、イットリウム又はイットリウム化合物、及び炭素又は分解して炭素を生成する物質を含んでなる成形体を、非酸化性雰囲気中、成形体の含有する酸素を還元しつつ焼成して塗化アルミニウム焼結体を製造する方法において、上記成形体中の炭素成分の含有量が0.5～1.5重量%及び成形体の酸素量からイットリウム化合物が含有する酸素量を除いた酸素含有量が2重量%以下であるものを焼成して1100～1700℃の温度における成形体の炭素成分の含有量を0.15重量%以下とした後、次いでそれを焼成容器に収納し、1800℃以上の温度で焼成することを特徴とする高熱伝導性塗化アルミニウム焼結体の製造方法である。

【0008】 以下、本発明をさらに詳細に説明する。塗化アルミニウム焼結体の熱伝導率を大きく左右する要因として、塗化アルミニウム粒子内部に固溶した酸素に起因する格子欠陥の生成があげられ、とくにその量が多い場合、熱伝導率が著しく低下する。格子欠陥の形成のもとになる酸素の供給源は、原料塗化アルミニウム粉の粒子内部にもともと固溶している酸素と塗化アルミニウム粉の表面に存在する表面酸素とに分けられるが、とくに後者の酸素量が多いため、これが焼成中に拡散固溶して熱伝導率を低下させる。この拡散を防止するため、従来より、焼結助剤とくにイットリウム化合物を添加してきたが、それでも十分ではないため、さらに炭素又は分解して炭素を生成する物質を添加し固溶のもととなる表面酸素を還元除去して熱伝導率を向上させていたものである。

【0009】 一方、塗化アルミニウム成形体を焼成する場合、容器とくに塗化ホウ素や塗化アルミニウムを素材とした容器に収納して行なうのが普通である。しかし、この方法で一度に多量の成形体を焼成する場合、緻密化不足、焼結体の色むら、組成むらなどが起こり、さらには期待した程には熱伝導率は向上しない。

【0010】本発明者らは、イットリウム又はイットリウム化合物（以下、これらを総称してイットリウム化合物等という）と炭素又は分解して炭素を生成する物質（以下、これらを総称して炭素物質という）とを組合せ使用した場合における、上記の緻密化不足や焼結体の色むら等の発生原因を次のように考え、それを基本に本発明を完成させたものである。

【0011】すなわち、窒化アルミニウム粉の表面酸素は、約1200℃から固溶し始め、温度の上昇とともにその量は増加する。従って、添加された炭素物質により、液相の生成する温度を越えない範囲までに酸素を十分に還元しなければならないが、容器内に多量に成形体を投入した場合、 $C + O \rightarrow CO$ なる反応が平衡に達してしまい、それ以上還元反応が進まず成形体中に炭素を残すことになる。このような成形体を液相生成温度まで昇温させると、残留した炭素物質により液相が還元され、焼結が阻害されて十分に緻密化した焼結体は得られなくなる。また、とくにシート成形品を積層し焼成した場合に発生する色むらや組成むらもシート内での炭素量差に起因した現象である。

【0012】本発明の大きな特徴の一つは、上記した現象を防止するため、窒化アルミニウム粉が含有する酸素の炭素物質による還元処理を、少なくとも液相が生成する温度を越えない領域において上記反応が平衡に達しないようにして行なうことにある。具体的には、1100～1700℃の温度における成形体の還元処理を容器用いずに行なうことである。それによって、成形体中に炭素物質が残留するのを防止することができ、しかもグリーンシートの積層時に発生しやすい焼結体内部と外周部との色調の差も回避することができる。

【0013】本発明者らの検討によると、焼結体の色むらは組成差に起因しており、その組成差は、還元処理温度が高く、処理時間が長い程発生しやすくなるが、本発明のようにして還元処理を行なうと、それを迅速にでき、しかも色むらは発生しにくくなる。

【0014】本発明において、炭素物質による窒化アルミニウムの酸素の還元処理は、温度1100～1700℃で行なう必要がある。1100℃に満たない温度では還元反応が進みにくくなり、一方、1700℃を越えると、酸素の還元除去は短時間で可能であるが、還元処理中に一部の酸素が窒化アルミニウム粒子中へ拡散固溶し、高熱伝導性は得られにくくなる。とくに1800℃を越える温度領域での処理は、生成する液相の還元につながり、緻密な窒化アルミニウム焼結体は得られなくなる。好ましい還元処理温度は、窒化アルミニウム粉の表面酸素の拡散固溶を考慮すると1200～1600℃である。

【0015】本発明において、上記温度範囲における還元処理法としては任意に選択することができる。例えば、これらの温度範囲における昇温速度を著しく遅くす

る方法や、いずれかの温度で保持する等があげられる。さらに、本発明ではこのようにして得られた還元処理後の成形体の炭素物質の残存量は、炭素成分として0.15重量%以下ではなくてはならない。この濃度を越す炭素の残留は、後の焼成工程で液相生成を阻害し、窒化アルミニウム焼結体の緻密化不足をもたらす。

【0016】本発明において、還元処理の雰囲気は、非酸化性でなければならない。非酸化性雰囲気としては、窒素、アルゴン、真空中等があげられるが、とくに非酸化性ガスを使用する場合はその流量をあげ、発生したCOガスを速やかに炉外に排出させると還元処理の効率はさらによくなる。

【0017】本発明において、還元処理前すなわち温度1100℃未満にある成形体中の炭素物質の含有量は、窒化アルミニウムが含有する酸素量とイットリウム化合物等の量により決められる。基本的には窒化アルミニウムの含有する酸素量が少ないとには炭素物質量を少なくし、多い時は多くすればよいが、現在入手可能な窒化アルミニウム粉の酸素量、その後の取扱や脱脂工程での酸素量の増加、さらには添加したイットリウム化合物等からの酸素量を考慮すると、炭素成分として少なくとも0.5重量%以上は必要である。また、その上限は以下に説明する理由により、1.5重量%を越えないようにする。

【0018】本発明で使用される成形体においては、イットリウム化合物が含有する酸素を除いた残りの成形体の酸素含有量は、2重量%を越えてはいけない。なぜなら、酸素がかなり存在しても、それに見合った量の炭素物質を添加すればよいが、酸素量が多くなると還元処理時の拡散固溶量が増加し熱伝導性が向上しにくくなるからである。本発明においては、該酸素含有量が2重量%の場合、炭素物質の配合量をできるだけ多くする必要があるが、その配合量は炭素成分として1.5重量%を越えないようにする。1.5重量%を越えると窒化アルミニウム粉の表面酸素がほぼ還元除去されてしまい、焼結時の液相が殆ど生成されず、緻密化した窒化アルミニウム焼結体は得られない。

【0019】本発明で使用されるイットリウム化合物等の具体例をあげれば、イットリウム、イットリウムの酸化物、ハロゲン化物、窒化物、水素化物、炭酸塩、硝酸塩等である。これらの中ではイットリアが最適である。

【0020】また、本発明で使用される炭素物質としては、市販のカーボンブラックやアセチレンブラック等の遊離炭素、樹脂を熱分解して得られた炭素の前駆体等が使用され、これらは原料粉を成形する際に添加される。また、原料粉の成形時に使用される樹脂等を脱脂する際、それを非酸化性雰囲気で行なうことによって成形体中に炭素物質として残留させることもできる。本発明における分解して炭素を生成する物質の典型例は樹脂である。

【0021】ここで、イットリウム化合物等としてイットリアを、炭素物質として炭素粉を使用した場合の還元処理前の成形体中のイットリア量、窒化アルミニウム量及び炭素粉量の好ましい配合例を示せば、次のとおりである。なお、以下の例は3種の物質を混合しプレス成形した際の混合組成であり、プレス成形後、そのまま本発明の還元処理を行なう場合で示してある。

【0022】すなわち、酸素含有量1.2重量%の窒化アルミニウム粉100重量部に対し、イットリア0.5~3.0重量部、炭素粉0.7~0.9重量部である。また、酸素含有量0.8重量%の窒化アルミニウム粉100重量部に対しては、イットリア0.3~2.0重量部、炭素粉0.6~0.8重量部である。さらに、酸素含有量2.0重量%の窒化アルミニウム粉100重量部に対しては、イットリア1.0~3.0重量部、炭素粉1.0~1.5重量部である。

【0023】以上のようにして還元処理された成形体は、次いで焼成容器に収納され、1800°C以上の温度で焼成される。焼成容器としては、窒化ホウ素製のものや窒化アルミニウム製のものでフタ付等の密閉型が望ましい。ここで焼成される成形体は窒化アルミニウムの酸素量がかなり還元除去されているのでイットリウム化合物等との反応による液相の生成温度は高くなり、そのため必要な緻密化温度も高くなる。ちなみに本発明により得られる焼結体の粒界相は、 Y_2O_3 、 $Y_A1_2O_9$ 、 $YA1O_3$ である。

【0024】本発明における焼成温度は、少なくとも1800°C以上は必要であり、さらに十分に緻密化した焼結体を得るために1850°C以上が望ましい。このような高温では、ヒーター、その他成形体の外部から炭素を含む雰囲気が発生し、それが成形体をさらに還元して液相の生成を妨げるので、焼成に際しては、上記焼成容器が必要となる。焼成雰囲気は、上記した還元処理における場合と同様に非酸化性雰囲気である。とくに窒化アルミニウムの分解を抑える効果のある窒素雰囲気で行なうことが望ましい。

【0025】なお、本発明における成形体の作製方法としては様々な方法が任意に選択できるが、とくに回路基板分野への利用を考慮すると、シート成形法が好適となる。しかし、本発明においては、その方法には何ら制限されるものではない。シート成形法では、窒化アルミニウム粉、イットリウム化合物等及び炭素物質の所定量に有機結合剤、可塑剤、分散剤、溶剤を加え、ボールミルにて混合しスラリーを調整後脱泡等の操作を行ない、それをドクターブレード装置等により、シート成形体を作製する。なお、本発明で使用される有機成分は通常のセラミックスのシート成形に用いられるもので十分であり、有機結合剤としてはポリビニルブチラール、ポバール、アクリルポリマー等が、可塑剤としてはジブチルフタレート、ジオクチルフタレート等が、分散剤としては

脂肪族エステル等が、さらに溶剤としては塩素系、ケトン系、芳香族系、アルコール系及びパラフィン系が使用される。

【0026】

【実施例】以下、実施例と比較例をあげ、さらに具体的に本発明を説明する。

実施例1

酸素含有量が1.2重量%の窒化アルミニウム粉98重量部、イットリア粉2重量部、アセチレンブラック粉1.0重量部、ポリビニルブチラール9重量部、ジブチルフタレート4重量部、グリセリントリオレート1重量部、トルエン35重量部、イソプロパノール15重量部を秤量し、これらをテフロンで内張りされたボールミルポットに投入し高純度のアルミナボールを使用して十分混合した。得られたスラリーを脱泡装置にかけ、粘度を20000cpsとした後ドクターブレード装置により、厚みが0.75mmのシート状に成形した。

【0027】上記シートをプレス装置で61×61mmの形状に打ち抜き、それら各シートの表面にBN粉を塗布して22枚重ね脱脂炉で脱脂した。その条件は、500°C、5時間であり、始めの2時間は窒素中で残りの3時間は空气中で行なった。脱脂後、1枚抜取り、脱脂体に含まれる炭素量（装置：米国LECO社製EC-12）と酸素量（装置：米国LECO社製RO-18）を測定したところ、炭素量は0.9重量%、酸素量は2.1重量%であった。成形体中の酸素量が2.1重量%であり、添加したイットリアが2重量部であることを考慮すると、窒化アルミニウムに帰属する酸素量は1.7重量%である。

【0028】次に、上記脱脂体を21枚積層し、それをBNを成分とする板の上に配置し黒鉛をヒーターとした炉に入れて還元処理を行なった。その処理条件は、窒素1気圧中、1600°C、3時間の保持であり、1100°Cから1600°Cまでの昇温速度は3°C/分とした。還元処理後の成形体の残存炭素量を知るため、積層体から1枚抜取り、上記した方法で炭素量を測定した。その結果を表2に示す。

【0029】残りの20枚の積層体を緻密化するためにさらに以下の加熱処理を行なった。まず、焼結時に発生する成形体の反りを防止するため、積層体上にBN製の板を置き、さらにその上にタンゲステン製の重しを載せた。これをBN製の容器に収納し上記と同様な焼成炉で、窒素1気圧中、1950°C、2時間保持して焼成した。得られた窒化アルミニウム焼結体の熱伝導率と外観観察の測定結果を表2に示す。

【0030】実施例2

酸素含有量が1.5重量%の窒化アルミニウム粉97重量部、イットリア粉3重量部、カーボンブラック粉1.2重量部、ポリビニルブチラール10重量部とし、さらに成形体の還元処理を1500°C、6時間、また積層体

の緻密化焼成を1900°C、3時間したこと以外は、実施例1と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0031】実施例3

酸素含有量が0.9重量%の窒化アルミニウム粉9.6重量部、硝酸イットリウム粉を酸化イットリウム換算で4重量部、カーボンブラック粉0.55重量部、ポリビニルブチラール8重量部とし、さらに成形体の還元処理を1400°C、8時間、また積層体の緻密化焼成を1880°C、2時間としたこと以外は、実施例1と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0032】実施例4

酸素含有量が1.0重量%の窒化アルミニウム粉9.9.2重量部、イットリア粉0.8重量部、アセチレンブラック粉1.6重量部、ポリビニルブチラール10重量部とし、さらに成形体の還元処理を1400°C、2時間保持した後1600°Cまで2°C/分で昇温しその温度で2時間保持、また積層体の緻密化処理を1920°C、3時間としたこと以外は、実施例1と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0033】実施例5

酸素含有量が1.0重量%の窒化アルミニウム粉9.8重量部、イットリア粉2重量部、塩化ビニル樹脂を熱分解して得られた炭素原子と水素原子の重量比が1.2である炭素の前駆体1.0重量部を秤量し、これにトルエンを加え乳鉢にて混合した。これを乾燥後さらにバインダーとしてポリイソブチルメタクリレートを3.5重量%含有するトルエン溶液を5重量部加え乳鉢で十分に混合した。この混合粉末を金型に入れ、一軸加圧プレス成形を行ない(圧力200kg/mm²)、直径30mm、厚み5mmの成形体を作製した。この成形体を、窒素中、50°Cで2時間加熱し脱脂して得られた脱脂体の1個を抜取り、炭素量と酸素量を実施例1と同様な方法で測定した。

【0034】次に、上記脱脂体の21個を、BN製の板上に配置し、これを実施例1と同様な焼成炉に投入し、1100°Cから1400°Cまでの昇温速度を5°C/分、1400°Cから1600°Cまでの昇温速度を1°C/分とし、1600°Cで1時間保持して還元処理を行なった。得られた成形体から1個を選択し、実施例1と同様な方法にて残存炭素量を測定した。次いで、それらの20個をBN製の容器に収納し、実施例1と同様な焼成炉に入れ、窒素1気圧中、1950°Cにて2時間保持し緻密化焼成を行なった。

【0035】実施例6

酸素含有量が1.2重量%の窒化アルミニウム粉9.5重量部、硝酸イットリウム粉を酸化イットリウム換算で5重量部、酢酸ビニル樹脂を熱分解して得られた炭素原子

と水素原子の重量比が2.0である炭素の前駆体0.7重量部を秤量し、これに溶剤としてトルエンを加え、ボルミルポットに投入し十分混合した。得られたスラリーを乾燥後、バインダーとしてポリイソブチルメタクリレートを3.5重量%含有するトルエン溶液を5重量部加え混合した。

【0036】得られた混合粉末を実施例5と同様な方法で成形し、還元処理と緻密化焼成を行なった。還元処理は、1100°Cから1700°Cまでの昇温速度を5°C/分とし、1700°Cで1.5時間保持したこと、また緻密化焼成は、1900°C、1時間保持したこと以外は、すべて実施例5と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0037】比較例1

酸素含有量が1.8重量%の窒化アルミニウム粉を使用したこと以外は実施例1と同様な方法にて窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0038】比較例2

実施例2の脱脂処理後の積層体上にBN製の板を置き、さらにその上にタンクステン製の重しを載せた。これらをBN製の容器に収納してから焼成炉に投入し、1500°C、6時間保持した後、さらに昇温し1900°Cで3時間保持して窒化アルミニウム焼結体を製造した。なお、昇温速度は実施例2と同じである。得られた焼結体には額縁状の色ムラがあったので、再度、1500°C、6時間の焼成を行ない冷却して炭素量を測定したところ、0.40重量%であった。

【0039】比較例3

カーボンブラック粉添加量を0.4重量部としたこと以外は実施例3と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0040】比較例4

還元処理条件を1500°C、5時間としたこと以外は実施例4と同様な方法で窒化アルミニウム焼結体を製造した。

【0041】比較例5

実施例5における脱脂後の成形体をBN製の板上に配置した。これをBN製の容器に収納してから焼成炉に投入し、1100°Cから1400°Cまでの昇温速度を5°C/分、1400°Cから1600°Cまでの昇温速度を1°C/分とし、1600°Cで1時間保持した。さらにこの温度から昇温して1950°Cで2時間保持して窒化アルミニウム焼結体を製造した。得られた焼結体には、表面と内部に色の差があったので、再度、1600°C、1時間の焼成を行ない冷却して炭素量を測定したところ、0.20重量%であった。

【0042】

【表1】

表 1

	原料 AlN の酸素量 (wt%)	添加したイットリウム化合物		添加した炭素の種類と量	
		種類	量 (重量部)	種類	量 (重量部)
実施例 1	1.2	Y ₂ O ₃	2	アセチレンブラック	1.0
実施例 2	1.5	Y ₂ O ₃	3	カーボンブラック	1.2
実施例 3	0.9	Y(NO ₃) ₃	4 *	カーボンブラック	0.55
実施例 4	1.0	Y ₂ O ₃	0.8	アセチレンブラック	1.6
実施例 5	1.0	Y ₂ O ₃	2	塩化ビニル の熱分解物	1.0
実施例 6	1.2	Y(NO ₃) ₃	5 *	酢酸ビニル の熱分解物	0.7
比較例 1	1.8	Y ₂ O ₃	2	アセチレンブラック	1.0
比較例 2	1.5	Y ₂ O ₃	3	カーボンブラック	1.2
比較例 3	0.9	Y(NO ₃) ₃	4 *	カーボンブラック	0.4
比較例 4	1.0	Y ₂ O ₃	0.8	アセチレンブラック	1.6
比較例 5	1.0	Y ₂ O ₃	2	塩化ビニル の熱分解物	1.0

(注) *はY₂O₃換算の値

【0043】

【表2】

表 2

	脱脂後の成形体の分析値		還元処理後の炭素量 (wt%)	AIN 焼結体の熱伝導率 (W/m·K)	AIN 焼結体の外観
	炭素量 (wt%)	AIN の酸素量 (wt%)			
実施例 1	0.9	1.7	0.08	211	良 好
実施例 2	1.1	1.9	0.12	185	良 好
実施例 3	0.5	1.5	0.11	173	良 好
実施例 4	1.5	1.6	0.15	178	良 好
実施例 5	0.7	1.4	0.07	204	良 好
実施例 6	0.5	1.5	0.08	172	良 好
比較例 1	0.9	2.1	0.07	163	良 好
比較例 2	1.1	1.9	0.40	170	額縁状の色ムラ有
比較例 3	0.3	1.6	0.06	161	良 好
比較例 4	1.5	1.6	0.25	-	緻密化不足
比較例 5	0.7	1.4	0.20	186	表面と内部で色の差有

【0044】

【発明の効果】本発明によれば、熱伝導性に優れ、しか

も色ムラ等が生じない均一な表面性状を有する窒化アルミニウム焼結体を容易に製造することができる。

THIS PAGE BLANK (USPTO)